

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07057756 A

(43) Date of publication of application: 03 . 03 . 95

(51) Int. Cl

H01M 8/06

(21) Application number: 05196235

(71) Applicant

TOSHIBA CORP

(22) Date of filing 06 . 08 . 93

(72) Inventor

HIZUKA JUNJI
HASHIMOTO MASAYUKI
HARADA AKIRA

(54) FUEL CELL POWER GENERATION SYSTEM

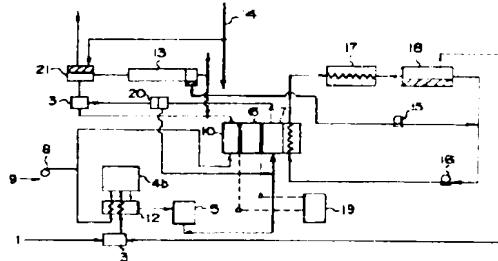
(57) Abstract

PURPOSE To make a system compact and to improve power generation efficiency by using an internal heating type fuel reformer for reforming a material fuel into a fuel gas primarily consisting of hydrogen, and by providing a hydrogen recovery regenerator for recovering the hydrogen in the fuel gas exhausted from a fuel electrode and for reutilizing it.

CONSTITUTION: A material fuel 1 is mixed with a steam guided from a steam separator 18 by a mixer 3, and is heated by a heat exchanger 12. After the air 9 is pressurized by a compressor 8, it is heated by the heat exchanger 12. The material fuel and the air are guided to an internal heating type steam reformer 4b and mixed together and are converted into a fuel gas primarily consisting of hydrogen by means of partial oxidation reaction and steam reforming reaction. The mixture is fed to the fuel electrode 7 of a fuel cell main body 6, and is reacted with the oxygen in the air 9 flowed in an oxidizer electrode 10 by the compressor 8, and a large part of the hydrogen in the fuel gas is consumed to obtain electric energy and to produce water as by-product. The anode exhaust gas discharged from the fuel electrode 7 is guided to a hydrogen recovery regenerator 20 to recover the hydrogen not yet utilized.

The hydrogen thus recovered is returned to a fuel gas line again and is cycled.

COPYRIGHT (C)1995 JPO



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-57756

(43)公開日 半成 7 年(1995)3 月 3 日

(51) Int.Cl.⁶
H 01 M 8/06

識別記号 序内整理番号
B
R

F 1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O.L. (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-196235

(71) 出願人 000003078

(22)出願日 平成5年(1993)8月6日

株式会社東芝

神奈川県川崎

肥 摆 滾 次

(72) 堯明者 肥 塚 淳 次

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

(72)發明者 橋元昌幸

神奈川県横浜市鶴見区吉庄町2丁目4番地

株式会社東京高浜事業所内

(3) 窗明者 原田 朝

原田亮

神奈川県横浜市鶴見区末広町

株式会社

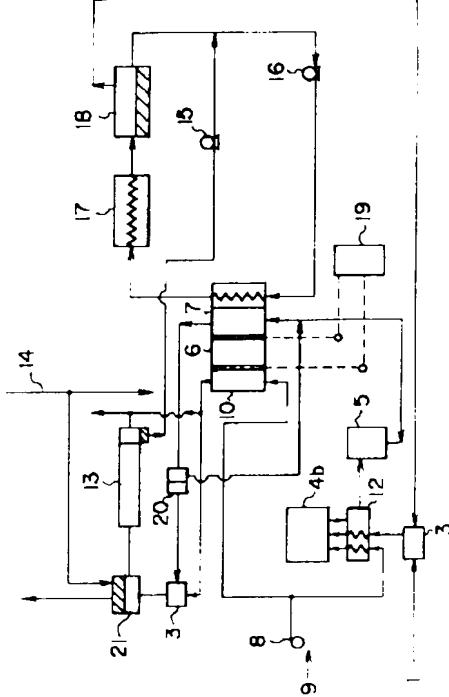
弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池発電システム

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】システム全体の小型化、発電効率の向上を図った酸性電解液型の燃料電池発電システムの提供。

【構成】炭化水素系の原燃料1と、水蒸気との水蒸気改質反応により、原燃料1を水素主体の燃料ガスに改質する改質装置4 bと、この改質装置に酸素を含む気体9を供給する管路と、酸性電解液を使用した水素-酸素燃料電池6と、前記改質装置4 bと前記燃料電池6とを接続し、改質された燃料ガスを燃料電池6の燃料極7へ導く管路とを含んでなり、前記改質装置4 b内の前記原燃料1の部分的酸化反応による発熱が、前記改質反応に供される、燃料電池発電システム。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素水素系の原燃料と水蒸気との水蒸気改質反応により、原燃料を水素主体の燃料ガスに改質する改質装置と、

この改質装置に酸素を含む気体を供給する管路と、酸性電解液を使用した水素-酸素燃料電池と、

前記改質装置と前記燃料電池とを接続し、改質された燃料ガスを燃料電池の燃料極へ導く管路とを含んでなり、前記改質装置内の前記原燃料の部分的酸化反応による発熱が、前記改質反応に供されることを特徴とする、燃料電池発電システム。

【請求項2】 水素水素系の原燃料と水蒸気との水蒸気改質反応により、原燃料を水素主体の燃料ガスに改質する改質装置と、

この改質装置に酸素を含む気体を供給する管路と、酸性電解液を使用した水素-酸素燃料電池と、

前記改質装置と前記燃料電池とを接続し、改質された燃料ガスを燃料電池の燃料極へ導く管路と、

水素を、回収し、貯蔵し、かつ放出する水素回収再生装置と、

前記燃料電池と前記水素回収再生装置とを接続し、燃料極から排出されるガスを水素回収再生装置へ導く管路と、

前記水素回収再生装置と前記燃料電池とを接続し、貯蔵されている水素を燃料電池へ導く管路を含んでなり、前記改質装置内の前記原燃料の部分的酸化反応による発熱が、前記改質反応に供されることを特徴とする、燃料電池発電システム。

【請求項3】 水素回収再生装置が、水素吸蔵合金を使用するものである、請求項2に記載の燃料電池発電システム。

【請求項4】 水素回収再生装置が、少なくとも2基の並列式の水素回取部を有し、一方の回取部が水素を回収している間に、他方の回取部が水素を放出する、請求項2または3に記載の燃料電池発電システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、燃料電池発電システム、特に、システム全体の小型化、発電効率の向上を図った酸性電解液型の水素-酸素燃料電池発電システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、燃料の有する化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する装置として、燃料電池が知られている。

【0003】 この燃料電池は、通常、電解質を保持した電解質層を挟んで、燃料極と酸素極とからなる一対の多孔質電極を対向させて燃料電池を形成し、燃料極の背面に水素等の燃料ガスを接触させ、また酸素極の背面に空気等の酸化剤を接触させることにより、このときに生じ

る電気化学反応を利用して、上記の両極から電気エネルギーを取り出すようしたものである。燃料電池によれば、燃料ガスと酸化剤が供給されている限り、高い変換効率で電気エネルギーを取り出すことができる。そのための電エネルギー・環境保全等に有利な発電システムとして実用化研究が活発に行われている。

【0004】 特に、リン酸を電解液とする燃料電池は最も早く実用化され得るものと期待されている。リン酸電解液燃料電池の燃料としては、水素が汎用され、この水素は、通常、メタン、プロパン、天然ガス（LNGを含む）、ナフサ、灯油、液化石油ガス（LPG）、都市ガス等の原燃料を外熱式の水蒸気改質反応に付して、水素を主成分とする燃料ガスに変換することにより得られている。また、酸化剤である酸素は、大気中からそのまま、あるいはコンプレッサー等により圧縮されたものとして酸素極へ供給される。

【0005】 上記の原燃料は、数百ppm～数ppm程度の硫黄成分を含んでおり、この硫黄成分は、水蒸気改質反応の触媒（たとえば、Ni系触媒）を被毒させる。

【0006】 上記の原燃料は、数百ppm～数ppm程度の硫黄成分を含んでおり、この硫黄成分は、水蒸気改質反応の触媒（たとえば、Ni系触媒）を被毒させる。

【0007】 同様において、原燃料1は、酸化炭素変成器5から導かれる（水素を主成分とする）燃料ガスの一部と混合され、350～400°Cに加熱された後、水添脱硫装置2に導入される。水添脱硫装置2では、原燃料中の有機硫黄分は、Ni-Mo系触媒等の存在下、混合されたH2Sと反応してH2Sに変換され、このH2SがZnOの吸着層に吸着されて、脱硫される。

【0008】 脱硫された原燃料1は、混合器3で水蒸気を混合されて外熱式の水蒸気改質装置4に導入される。水蒸気改質装置4は、たとえばNi-Al2O3系触媒が充填された改質管群と、それらを管外から加熱する外熱式から主に構成されている。原燃料1は、改質管入口では300～450°C程度、改質管出口では700～850°C程度に加熱されて、水素を主成分とする燃料ガスに改質され、改質管出口から排出される。この水素の改質装置は、改質反応に必要な熱をより燃料ガスの昇温に必要な熱を、改質管の外部から供給しているので、外熱式改質装置といわれる。

【0009】 改質された燃料ガスは、燃焼炉7の触媒が改質燃料ガスに含有される酸化炭素によって被毒することを防止し、かつ、燃料ガス成分の水素への交換率をより高めるために、変成触媒が充填された酸化炭素変成器5に導入され、燃料ガスに含有される酸化炭素

が、水素と酸化水素に変成される。酸化水素変成器5から排出された燃料ガスは、その一部が上記の水添脱硫装置2に送られ、残りは燃料極7に送られ燃焼して使用される。

【0010】燃料極7に送られた燃料ガス中の水素は、コンプレッサー8により酸素極10に流入して、空気9中の酸素と電気化学的に反応し、その結果一部が消費されて電気エネルギーを生成し、水が副生する。

【0011】燃料極(アノード)7から抽出された(水素が残存している)アノード排ガスは、水蒸気改質装置4のバーナー11に送られると共に、コンプレッサー8から供給される空気9と合流し、バーナー11で燃焼させられ、水蒸気改質装置4の加熱源として利用される。バーナー11から抽出された水蒸気を含むガスは、熱交換器12を経た後、凝縮器13で気水分離され、分離されたガスは排気される。凝縮された水は、給水ライン11と合流し、給水ボンブ15および冷却水ボンブ16を通じて燃料電池本体6へ送られ、その冷却に用いられる。

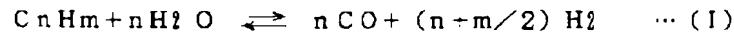
【0012】燃料電池本体6から排出された冷却水は、回収されると共に、熱交換器17にて一部熱回収され、気水分離器18に送られ、水と蒸気に分離される。分離された水は、冷却水ボンブ16を経て、燃料電池本体6の冷却に循環使用される。また、水蒸気は、混合器3に送られ、脱硫された原燃料1と混合された後、水蒸気改質装置4に送られ、水蒸気改質反応に利用される。

【0013】

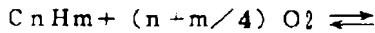
【発明が解決しようとする課題】しかししながら、従来の燃料電池発電システムにおいて、以下の問題がある。

【0014】第1に、たとえ、改質される原燃料(天然ガス、都市ガス等)が5~6 ppm程度以下の低硫黄分であっても、外熱式水蒸気改質装置の低温部(300~600°C)における改質触媒は、この硫黄分により徐々ではあるが確実に被毒するので、必ず改質装置の前に脱硫工程を設ける必要がある。また、脱硫法として、一般的な水添脱硫法を採用する場合には、さらに、水素を供給するために改質燃料の一部をリサイクルするラインを設けなければならない。これらが、燃料電池システムの小型化・簡素化の妨げとなっている。さらに、脱硫工程を設けるときには、その温度制御も、付加的に必要となる。

【0015】第2に、従来の外熱式水蒸気改質装置で*



に必要な熱を、下式で示される酸化反応



により生じる反応熱によって内部から供給し、これらの反応を同一の反応管内部で同時に行わせる装置であり、一般的には、部分酸化方式と呼ばれるものである。

【0019】部分酸化方式には、酸化反応部分を無触媒で燃焼させる方式と、触媒を用いる方式がある。本発明

*は、炭化水素の水蒸気改質反応(吸熱反応)に熱量を供給するために、大きな伝熱面積の改質管を必要とするので、装置全体をコンパクト化することはできない。また、改質装置を大容量化するときには、1本の改質管で得られる伝熱面積には限界があるので、改質管を多管にしてなければならず、構造がより複雑となる。

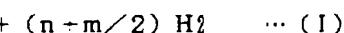
【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、コンパクトで、かつ高効率のシステムを実現するため、炭化水素系の原燃料と水蒸気との水蒸気改質反応により、原燃料を水素主体の燃料ガスに改質する改質装置と、この改質装置に酸素を含む気体を供給する管路と、酸性電解液を使用した水素-酸素燃料電池と、前記改質装置と前記燃料電池とを接続し、改質された燃料ガスを燃料電池の燃料極へ導く管路とを含んでなり、前記改質装置内の前記原燃料の部分的酸化反応による発熱が、前記改質反応に供されることを特徴とする、燃料電池発電システム、ならびに、炭化水素系の原燃料と水蒸気との水蒸気改質反応により、原燃料を水素主体の燃料ガスに改質する改質装置と、この改質装置に酸素を含む気体を供給する管路と、酸性電解液を使用した水素-酸素燃料電池と、前記改質装置と前記燃料電池とを接続し、改質された燃料ガスを燃料電池の燃料極へ導く管路と、水素を、回収し、貯蔵し、かつ放出する水素回収再生装置と、前記燃料電池と前記水素回収再生装置とを接続し、燃料極から排出されるガスを水素回収再生装置へ導く管路と、前記水素回収再生装置と前記燃料電池とを接続し、貯蔵されている水素を燃料電池へ導く管路を含んで成り、前記改質装置内の前記原燃料の部分的酸化反応による発熱が、前記改質反応に供されることを特徴とする、燃料電池発電システムを提供する。

【0017】すなわち、本発明による燃料電池発電システムは、原燃料を水素主成分の燃料ガスに改質する燃料改質装置が内熱式の燃料改質装置であること、さらに、燃料極から排出される燃料ガス中の水素を回収、再利用する水素回収再生装置を含むことを特徴とする。

【0018】本発明の燃料電池発電システムの内熱式燃料改質装置は、炭化水素系燃料を水素主成分とする燃料に改質する下式で示される水蒸気改質反応(吸熱反応)

【化1】



* 【化2】



では、触媒を用いる方式の方が好ましい。煤が発生せず、温度が高くなりすぎないのがである。触媒としては、炭化水素の水蒸気改質法で一般的に使用されるNi-A12-O3系の触媒てもよいが、アルカリをベースとする担体にPt、Ru等の貴金属を付与した貴金属系の

触媒を一部混入して用いても良い。一般的に耐久性を向上させた触媒を用いる方が、寿命が長く有利である。

【0020】このような内熱式（部分酸化方式）の燃料改質装置は、従来の外熱式の燃料改質装置と比較して、内部から熱を供給できるので大きな伝熱面積を必要とせず、コントロールがしやすくなることができる。これに対して、外熱式は、大容量の改質になると、一本の大改質管を大きくするのには限界があるので、多管にせざるを得ない。内熱式の場合、車管により大容量に対応ができるので、シンプルな構造になり、大幅なコストダウンを実現できる。

【0021】また、本発明による燃料電池発電システムでは、上記の部分酸化反応を行わせる酸化剤として、空気を用いることもできる点で有利である。つまり、化学工業用の純粋な水素を得ることを目的とする改質装置では、改質燃料ガスの中に窒素が混入し、改質後に水素を分離・精製しなければならないが、通常、空気を酸化剤として使用することはないが、燃料電池用の改質燃料ガスでは、窒素が含まれていても、支障はないからである。

【0022】また、内熱式の燃料改質装置の改質管の操作温度は、容易に550°C以上に制御できるので、原燃料に含まれる硫黄化合物による改質触媒の被毒を効果的に抑制することができる。したがって、天然ガス (LNG) あるいは都市ガスのように5 ppm程度しか硫黄化合物が含まれていない原燃料に対しては、脱硫装置を省略することができ、これにより、燃料電池発電システムの小型化、簡素化を図り、コストダウンを実現することができる。

【0023】さらに、燃料電池発電システムは、起動・停止回数が多くなることが予想され、起動時間の短縮も大きな課題であるが、これに関しては、内熱式燃料改質装置の方が優れている。

【0024】このように、本発明による燃料電池発電システムは、内熱式の燃料改質装置を用いることにより、上述したメリットを有する。

【0025】しかしながら、内熱式の燃料改質装置を採用すると、一方で、次の課題を招来する。

【0026】つまり、燃料電池は、通常、80%程度まではしか改質燃料ガス中の水素を利用してきてないので、アノード（燃料極）排ガス中に水素がかなり残存してしまつ。従来の外熱式燃料改質装置では、この排ガスを燃焼させて、外部から改質管へこの熱を供給していたが、本発明に用いられる改質装置は内熱式であり、従来のように残存水素を燃焼させて改質管に熱を供給する必要がないので、この残存水素を如何に有効利用するかが問題となる。なお、アノード排ガスには、窒素ガスが含まれることもあるので、これを原燃料、あるいは改質燃料ガスラインへ戻してリサイクルを何回も繰り返すと、窒素ガス濃度が増加し水素濃度を低下するので、適当ではな

い。ただし、部分酸化の酸化剤として純酸素を用いる場合には、アノード排ガスを直接原燃料ラインにリサイクルしても、このような問題はない。

【0027】この課題を解決するために、本発明の燃料電池発電システムでは、アノード排ガスライン上に、水素回収再生装置を設置する。それにより、アノード排ガスの中の大部の水素を回収し、回収した水素を燃料電池へ導いて再利用することができ、効率向上をめぐることができる。なお、水素回収再生装置を2基以上設置し、一方が水素を回収している間に、他方が水素を発生・再生するように制御し、これを交互に繰り返すようにすれば、より効率的に回収水素を燃料電池の燃料として活用できる。

【0028】水素回収再生装置は、水素を安価に効率よく回収・簡便に再生できるものであればよい。特に、水素吸蔵合金を利用した回収装置が、好ましい。水素吸蔵合金による回収（吸蔵）は、原理が単純であるので、装備化する場合に構造をコンパクトにすることができる。また、水素の再生（放出）も容易で、加熱するだけでよい、取扱いが簡便である。回収・再生の条件は、使用する水素吸蔵合金の種類によって、適当な条件を選定することができる。また、燃料電池システム側の条件によつて、それに適した水素吸蔵合金を選定することも可能である。

【0029】水素吸蔵合金としては、 La-Ni 系合金、 $\text{MmNi}_{4.15}\text{Al}_{0.5}$ 、 $\text{LaNi}_{4.7}\text{Al}_{0.3}$ 、 Mg_2Ni 、 $\text{CaNi}_{4.5}$ 、 $\text{TiFe}_{0.9}\text{Mn}_{0.1}$ 、 $\text{Fe}_{0.94}\text{Ti}_{0.96}\text{Zr}_{0.04}\text{Nb}_{0.04}$ 等が挙げられるが、平衡解離圧の小さい La-Ni 系合金、 $\text{CaNi}_{4.5}$ 、 $\text{Fe}_{0.94}\text{Ti}_{0.96}\text{Zr}_{0.04}\text{Nb}_{0.04}$ 等を用いれば、回収率を大きくすることができます。また、単位重量当たりの水素吸蔵量の大きい Mg_2Ni 、 $\text{CaNi}_{4.5}$ 等を用いれば、必要合金合金量を少なくてすむことができる。両方を満足するものとしては、 $\text{CaNi}_{4.5}$ が望ましいが、前述したようにシステム側の条件により選定されるべきである。ここで、 La はランタン、 Mm はミンクタルを表す。

【0030】

【実施例】以下、本発明の燃料電池発電システムの実施例を、添付図面を参照して、説明する。

【0031】図1は、本発明の燃料電池発電システムの一実施例を示し、図2と同一の部分には同一の符号が付されている。図1の発電システムにおいて、原燃料1は、気水分離器1-8から得られる水蒸気と、混合器3において約2~4の、 H_2/CO_2 （モル比）比により混合され、熱交換器1-2で加熱される。空気9は、コンプレッサー8で加圧後、同様に熱交換器1-2で加熱される。これらが、内熱式水素改質装置1-bに導入・混合されて、部分酸化反応と水素改質反応が同時に起こり、水素を主成分とする燃料ガスに変換される。操作条件

件としては、たとえば、 $400 \sim 580^{\circ}\text{C}$ の人口温度、 $0 \sim 10 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{G}$ の圧力、 $3000 \sim 5000$ 程度のGHHSV (Gaseous Hourly Space Velocity)、 $0 \sim 2 \sim 0.5$ 程度のO₂ (酸素) カーゴン) 由で改質される。内熱式水蒸気改質装置 4 b には、たとえば、従来のアルミニウムの反応触媒、あるいはNi触媒に白金等の貴金属触媒を混合したもののが用いられる。

【0032】人口温度は、高くなるほど燃焼料中に含まれる硫黄成分による被毒を受けにくいため、約 500°C 以上とすることが望ましい。天然ガスのように、付臭成分として数 ppm しか硫黄成分を含まない原燃料に対しては、従来システムの水添脱硫器 2 を省略することができる。

【0033】内熱式水蒸気改質装置 4 b は、大容量の改質となつても、内熱式であるので、単管を用いたコンパクトな構造にすることができる。内熱式水蒸気改質装置 4 b から排出される水素を主成分とする燃料ガスは、従来と同様に一酸化炭素変成器 5 に送られる。一酸化炭素変成器 5 には、人口付近には酸化亜鉛触媒、残りの部分には銅-酸化亜鉛を主成分とする一酸化炭素変成触媒が充填されており、一酸化炭素含有量を減少させると共に水素含有量が高められる。

【0034】次いで、燃料電池本体 6 の燃料極 7 に送られ、コントローラー 8 により酸化剤液 10 に流入している空気中の酸素と電気化学的の反応を行い、その結果、燃料ガスの水素の大部分 (通常 80%) が消費されて電気エネルギーが得られ、水が副生する。燃料極 7 から排出されたアーバー排ガスは水素回収再生装置 2 に導かれ、未利用の水素が回収される。回収された水素は、再度燃料ガスラインに戻され、再利用される。

【0035】水素回収再生装置 2 は、水素吸蔵合金を充填した 2 塔により構成され、一方が水素を吸蔵 (回収) している間に、他方は水素を放出 (再生) する。吸蔵の場合には発熱し、放出の場合には吸熱するので、2 塔間でクローズドに熱のやり取りをしてしまく、たとえば、クローズドに冷却水を循環させることもできる。用いる水素吸蔵合金は、アーバー排ガスの水素分圧および再利用する場合の必要水素圧によって適当なものを選択すればよく、水素解離圧の低いものを選択すれば回収率も高めることができる。また、合金単位重量当たりの水素吸蔵量の多いものを選択すれば、充填する合金量を少なくてすむことができる。たとえば、La-Ni-Al-O₅ を選択すれば、室温付近で 0.1 atm 程度の水素解離圧を示すので、室温で吸蔵するとアーバー排ガス中の水素分圧を 0.1 atm まで上げることができる。放出させる場合には、放出温度を選択することにより、必要な水素圧を確保することができる。さらに、ランタン (La)、ミッケル (Mm) 系合金、たとえば、La-Ni₅-MmNi₅ の場合には、Ni の一部を他の原子で

置換することにより、水素解離圧の異なる合金を設計することができる。

【0036】他方、水素回収・再生装置 2 から排出されたガスは、熱交換の原燃料および水回収の水素を含むので、酸化剤液 10 から排出されるガスと混合され、アーバー 2 にて燃焼され、蒸気としてエネルギーを回収される。燃料電池本体 6 の冷却および冷却水回路等は、従来の装置と同様である。

【0037】なお、本発明は、上記の実施例により限定されるものではなく、本発明の範囲内において、当業者に周知・自明である事項により種々の変形、置換が可能であることはいうまでもない。

【0038】

【発明の効果】以上詳しく述べた通り、本発明の燃料電池発電システムにより、下記の効果が得られる。

1) 内熱式の水蒸気改質装置を採用しているので、燃焼料中に含まれる硫黄分により触媒が被毒しない。よって、数 ppm 程度の低硫黄分の燃料を使用するときは、水添脱硫装置を省略することができ、単純な構造とすることができるとともに、大幅なコストの低減、装置・システムの小型化を図ることができる。

2) 水素回収再生装置により、水素を燃料電池用燃料として再利用しているので、発電効率を向上させることができ。一通り、その排熱も、質の良い高温蒸気として利用できるので、エネルギーを有効に利用できる。

3) 水素回収再生装置により、起動時に必要な水素を燃料電池に供給できるので、従来のシステムのように、ボンベ等を用意して水素を供給する必要がない、取扱いが容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による燃料電池発電システムの一実施例を示す説明図である。

【図2】従来の燃料電池発電システムを示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 原燃料
- 2 水添脱硫器
- 3 混合器
- 4 a 外熱式水蒸気改質装置
- 4 b 内熱式水蒸気改質装置
- 5 一酸化炭素変成器
- 6 燃料電池本体
- 7 燃料極
- 8 コントローラー
- 9 空気
- 10 酸化剤液
- 11 パーパー
- 12 热交換器
- 13 脱水器
- 14 給水ポンプ

٦

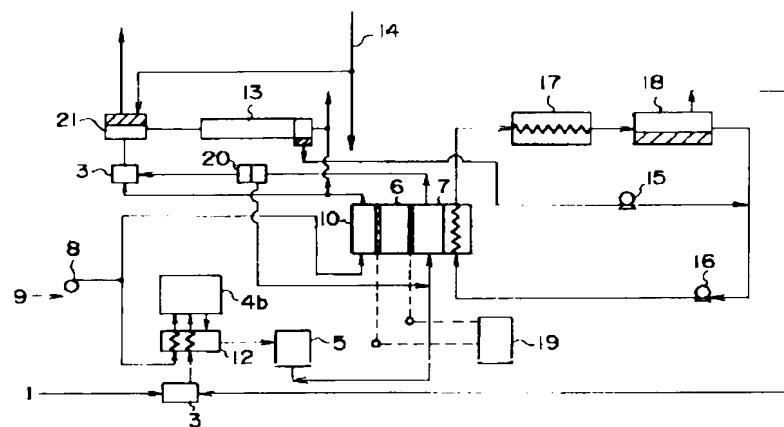
10

- 1.5 給水ポンプ
 - 1.6 治却水ポンプ
 - 1.7 热交換器
 - 1.8 気水分離器

- * 19 電気負荷
 - 20 水素回収再生装置
 - 21 ボイラー

*

[λ_j 1]



〔文2〕

